1878

Lane Medical Library

Es soll durch Versuche festgestellt werden, welche örtliche und allgemeine Wirkungen die Einführung verschiedener Luftarten in das Bindegewebe hervorruft, unter besonderer Berücksichtigung der Frage, welche Luftarten entzündungserregend auf die Gewebe wirken.

(Preisaufgabe der medicinischen Facultät zu Greifswald im Mai 1876.)

Inaugural-Dissertation

welche mit Genehmigung

der

medicinischen Facultät hiesiger Universität

zur Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

Mittwoch, den 31. Juli 1878, Mittags 12 Uhr

in der Aula Leopoldina

öffentlich vertheidigen wird

Conrad Stadtfeld,

Arzt in Schönau.

Opponenten:

O. Kuznitzky, Drd. med. **B. Spitz,** Drd. med.

BRESLAU.

F. W. Jungfer's Buchdruckerei.

1878.

Den Manen

seiner

geliebten Eltern und Schwestern

sowie

seinem theuren Bruder Heinrich

in Hochachtung und Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Es soll durch Versuche festgestellt werden, welche örtliche und allgemeine Wirkungen die Einführung verschiedener Luftarten in das Bindegewebe hervorruft, unter besonderer Berücksichtigung der Frage, welche Luftarten entzündungserregend auf die Gewebe wirken.

Nachdem ich obiges von der medicinischen Facultät zu Greifswald gestellte Thema gelesen, bin ich längere Zeit unschlüssig gewesen, ob ich mich überhaupt an die Bearbeitung desselben mit Aussicht auf Erfolg heranwagen sollte; was mich noch länger mit dem Beginnen meiner Versuche zaudern liess, war der Umstand, dass vor mir, soviel ich weiss, nur ein Autor, nämlich Dr. Barth in seiner Dissertation, Greifswald 1875 «Ueber die Wirkungen von Lufteinführung in das Bindegewebe» ähnliche Versuche angestellt hatte, und ich somit voraussichtlich aus der Literatur wenig für die Bearbeitung schöpfen zu können glaubte, während doch sonst die Citate früherer Arbeiten demjenigen eine gute Richtschnur zur Aufstellung seiner Versuche geben, der an einem ähnlichen Thema zu arbeiten gedenkt. Endlich jedoch habe ich es unternommen, indem ich mir vorstellte, dass mir, falls auch der gewünschte Erfolg ausblieb, doch durch die Bearbeitung des Themas wenigstens eine gewisse Fertigkeit im Experimentiren an Thieren zu Theil würde, was ich schon für einen bedeutenden Vortheil anschlage, um überhaupt pathologische Versuche, welche in neuester Zeit nicht, wie früher meistens an todten, sondern an lebendigen Geweben angestellt werden, besser verstehen zu lernen.

Meine Versuche stellte ich nun zuerst an Fröschen an, weil letztere zur mikroskopischen Beobachtung sich als sehr geeignet gezeigt. Ein kräftiger Frosch wird durch Injection

von ungefähr einer halben Praraz'schen Spritze Aether in den Oberschenkel narkotisirt, und falls diese Quantität noch nicht genügt, die Narkose durch nachfolgendes Auftröpfeln von Aether auf die Haut erwirkt.

Der zweite Act, nämlich das Einführen von Luft in das Bindegewebe, stiess nun auf mancherlei Schwierigkeiten. Anfangs injicirte ich nämlich mit einer Praraz'schen Spritze, die mit der lanzenförmig zugespitzten Kanüle durch die Haut gestochen wurde, die Luft ins Bindegewebe, aber diese Methode ergab sich schon sofort als ungenügend. Während man nämlich nach Injection einer Spritze Luft die Spritze von der Kanüle abnimmt, um durch Aufziehen des Stempels eine zweite Spritze mit Luft zu füllen, ist schon die vorhin eingebrachte kleine Quantität fast ganz aus dem Bindegewebe gewichen, und würde daher auf diesem Wege ein Emphysem schwer herzustellen sein. Versucht man mit einer grösseren, z. B. mit einer Ohrspritze, so muss man zuerst eine Incision in die Haut machen, um das stumpfe Spritzenende in das Bindegewebe einführen zu können; falls diese Incision nicht genau mit der Circumferenz der Spritzenöffnung zusammenfällt, entweicht wieder zu viel Luft, oder, da ja immer mit dem Niederdrücken des Stempels eine Bewegung der ganzen Spritze verbunden ist, so verschiebt sich dieselbe überhaupt schon zu leicht an die Aussenseite der Haut. Ich glaubte daher besser zu fahren, wenn ich nach der Incision der Haut die so entstandenen Hautränder mit einem Bindfaden an die Spritzen-Oeffnung befestigte. Aber auch dies bewährte sich nicht; denn da bei dem Niederdrücken des Spritzenstempels die Haut sich aufbläht, indem die Luft Raum für sich sucht, so entwindet sich die so gespannte Haut dem Bindfaden plötzlich, und man hat eine Verletzung der Haut, aber keine Luft im Bindegewebe, da die bis dahin in dasselbe eingetretene schnell wieder durch die Hautöffnung entweicht. Ich combinirte mir daher aus beiden Verfahren eines: Ich stach die Kanüle einer Praraz'schen Spritze in das Unterhaut-Bindegewebe ein und setzte, nachdem ich durch Aufziehen des Stempels Luft angesaugt hatte, die Ohrspritze auf die Kanüle, hielt letztere nun mit der einen Hand fest und drückte den Stempel mit der andern

Hand nieder. So gelang es mir denn endlich, eine bedeutende Quantität Luft in das Bindegewebe einzuführen, welche auch nicht so schnell durch die enge Oeffnung, die durch die Kanüle verursacht war, entwich. — Mein erstes Bestreben war nun darauf gerichtet, mir es zu ermöglichen, im Momente des Einführens der atmosphärischen Luft in das Bindegewebe auch die Veränderungen in demselben zugleich unter dem Mikroskope zu studiren. Ich hatte zudem in der schon oben erwähnten Dissertation von Dr. Barth gelesen, dass beim Hinzutreten der Luft zu den Gefässen zuerst eine Beschleunigung des Kreislaufs stattfinde (und schreibt citirter Verfasser letztere der excitomotorischen Kraft des in der Luft enthaltenen Sauerstoffs auf die sympathischen Ganglien der Gefässnerven zu), dann ein allmähliges Langsamerwerden, bis bald ein Stillstand des Kreislaufs eintrete. Ich war nun sehr neugierig auf die Wirkung der Einführung der Luft, da mir die Erklärung für die Beschleunigung des Kreislaufs ziemlich gesucht erschien, während die Erklärung des allmählig auftretenden Stillstandes des Kreislaufs in Folge der mechanischen Compression der Luft auf die umgebenden Gewebe mir als sehr zutreffend vorkam. Dass die mit der Einführung der Luft synchrone Beobachtung des Gewebes nun nicht füglich ohne Assistenz gelingen könne, leuchtete mir schon beim ersten Versuche ein. Daher verschaffte ich mir letztere, wurde aber nach verschiedenen vergeblichen Versuchen davon überzeugt, dass es wohl nicht leicht zu bewerkstelligen sei, einen Einblick in die Veränderungen in den Geweben während des Actes der Injection der Luft in dieselben sich zu verschaffen und hielt es für einen glücklichen Zufall, dass es Herrn Dr. Barth überhaupt nur ein einziges Mal gelungen war. Ich musste also von diesem meinem Begehren abstehen, in dem ich sehr wohl sah, dass während des Einführens der Luft in das Bindegewebe, während letztere also Raum für sich sucht und die umgebenden Theile aufbläht, die Bewegung an der Stellschraube des Mikroskops durchaus nicht folgen kann dem Grade der Ausdehnung der Gewebe, und so die Linse nicht augengerecht eingestellt werden kann. Andererseits ist es aber auch meiner Ansicht nach unmöglich, dass das Niederdrücken des Spritzenstempels ohne

seitliche Verschiebung des Objectes geschehe, weshalb der erwünschte Anblick des sich mit Luft anfüllenden Bindegewebes schon dadurch an und für sich vereitelt wird. Ich sah mich also nach verschiedenen vergeblichen Versuchen nach dieser Richtung hin gezwungen, auf den Anblick der beginnenden Veränderungen in den Geweben, während des Einführens der Luft, zu verzichten und musste mich damit begnügen, zuerst bei jedem Versuche den normalen Kreislauf zu constatiren, dann die Luft einzuführen und zuletzt die nach der Einführung schon eingetretenen und noch folgenden Veränderungen zu constatiren. Zu dem Zwecke erachtete ich es aber für nöthig, das Bild eines normalen Kreislaufes neben dem zum Versuche dienenden Frosche aufgestellt zu halten, was denn auch bei den folgenden Versuchen stets als angenommen zu betrachten ist, ohne dass es ausdrücklich erwähnt werde. So begann ich denn, mit allen mir möglichen Cautelen bewaffnet, meine Versuche, von denen ich aber gestehen muss, dass sie bisweilen mich ganz unbefriedigt liessen, indem ich oft nach langstündig angestellten Versuchen unverrichteter Sache aufhören musste, indem es bald an Narkose, bald an Licht fehlte, und tröstete ich mich bei jedem Misserfolge mit der Hoffnung, durch misslungene Versuche werde man allmählig zum Gelingen derselben geführt werden. Ich habe es daher auch unterlassen, jeden einzelnen Versuch am Frosche hier ausdrücklich anzuführen, weil ich nicht den Leser umsonst mit allen Misserfolgen bei den Vorbereitungen zum Anblicke des Kreislaufs ermüden wollte, und habe es versucht, den Gesammteindruck, den mir eine Reihe von Versuchen machte, hier aufzuzeichnen.

1. Versuchsreihe. Ein Frosch wird ätherisirt, die Schwimmhaut desselben mit Nadeln auf einen Wachsring befestigt, der auf einer runden Glastafel aufgeklebt ist, und unter das Mikroskop gebracht. Dann wird zuerst der Kreislauf in der Schwimmhaut beobachtet und normal befunden, und am untern Ende des Unterschenkels centrifugal Luft in das Bindegewebe injicirt. Mikroskopisch beobachtete man, wie die Luft sich allmälig bis zu den Zehen verbreitete, indem sie die Haut von den unterliegenden Theilen abhob. Die Luft bildete zwischen den einzelnen Zehen kleine helle Blasen, die oft

reihenförmig angeordnet waren; die Venen der Haut wurden durch die auftretende Röthe leicht erkennbar, und ausserdem zeigten sich manche vereinzelte circumscripte Stippchen, von Blutextravasaten wohl herrührend; bei Druck auf den so behandelten untern Theil des Schenkels liess sich ein feines Emphysemknistern vernehmen. Mikroskopisch ist schon unmittelbar nach der Injection die Stase in einigen Capillaren wahrnehmbar, der Kreislauf ist ganz träge geworden in der oberen Schichte der Schwimmhaut, während in der unteren derselbe noch pfeilschnell ist an manchen Stellen und die einzelnen Blutkörperchen nicht gesondert zu beobachten sind. Ich forschte nach, ob nicht auch in den Gefässen Luftblasen zu finden seien, was sich jedoch als resultatlos ergab. Dagegen sah man dieselben in dem perivasculären Bindegewebe in Reihen angeordnet, dem Verlaufe der Bindegewebsfasern folgend, kleinere und grössere. An manchen Stellen sah man Inseln von angehäuften rothen Blutkörperchen. Nach längerem Beobachten macht der Frosch Bewegungen und so wird der Versuch unterbrochen. — Am folgenden Tage wird der nämliche Frosch ätherisirt und die emphysematisirte Schwimmhaut beobachtet: Vollständige Stase, in den Capillaren verschiedene vereinzelte rothe und weisse Blutkörperchen bemerkbar; manche Capillaren sind ganz blutleer und sieht man am Abgange derselben vom Gefässstamme ein weisses Blutkörperchen, welches so den Zutritt der rothen verhindert hatte. An der Innenwand der grösseren Gefässe flottiren weisse Blutkörperchen, an anderen Stellen werden sie mit dem Blutstrome weiter gerissen; bei genauerer Beobachtung mit Hartnaks Objectiv No. 7 (während sonst Hartnaks Objectiv No. 4 angewendet wurde) sieht man die Gefässe und das intervasculäre Gewebe verschleiert und die Bewegung stecknadelkopfgrosser, heller, schwarzumrandeter Gebilde, bisweilen eine Reihe von solchen aneinander gelagerten Gebilden (wohl Mikrococcen und Bacterien) durch das Gesichtsfeld schiessen. In den grösseren Gefässen eine Menge weisser Blutkörperchen; die Gefässe sind bedeutend erweitert und die Contouren derselben sehr ungleich, das Auswandern von weissen und rothen Blutkörperchen an manchen Stellen bemerkbar. Da wo das intervasculäre

Gewebe fast ganz mit extravasirtem Blute angefüllt ist, sind zahlreiche Luftblasen zu beobachten. Die Beobachtung wird unterbrochen, da doch nichts Besonderes zu sehen ist, als ein fortwährendes Hin- und Herwogen auf dem Gesichtsfelde ohne Blutkreislauf. Makroskopisch sieht die Schwimmhaut geröthet aus, die Anschwellung erstreckt sich bis zur Mitte des Unterschenkels.

2. Versuchsreihe. Ein Frosch wird ätherisirt, dann die Zunge ausgespannt und mit Stecknadeln am Wachsringe auf der runden Glasplatte festgesteckt. Jedoch muss man sich dabei in Acht nehmen, dass man nicht die Zungenwurzel und somit auch die Gefässe derselben torquire. Nachdem der Kreislauf sich als normal erwiesen, unter Abzug der Veränderungen in Folge der Aetherisirung, wird dem Frosche von der Zungenwurzel aus Luft injicirt. Nun zeigte es sich gleich, dass makro- wie mikroskopisch ähnliche Veränderungen zu constatiren waren, wie in der ersten Versuchsreihe. Nur habe ich zu bemerken, dass die Veränderungen an der Schwimmhaut weniger schwierig zur Beobachtung gelangten als an der Zunge. Es schien mir, als ob die Distanz zwischen der Oberfläche des Pflasterepithels der Zunge und den Gefässen derselben grösser sei, als an der Schwimmhaut zwischen Epidermis und den Gefässen. Andererseits erleichtert allerdings wieder der Mangel des Pigments an der Zunge die Beobachtung derselben.

Durch diese beiden Versuchsreihen hatte ich mich also von den localen Wirkungen der Injection von Luft in das Bindegewebe überzeugt. Es fragt sich nur noch, wie erklären sich die eben geschilderten Veränderungen?

Es scheint mir, als ob hier verschiedene Wirkungen der Luft im Spiele seien. Die Luft nämlich wird als Gas einen bedeutenden mechanischen Druck auf die umliegenden Gewebe ausüben, vermöge ihrer elastischen Spannung die Lumina vieler kleiner und schliesslich auch der grösseren Gefässe zusammendrücken, bis endlich gar keine Circulation in dem betreffenden Gebiete mehr stattfinden kann. Daher denn auch unmittelbar nach der Einführung der Luft diese Stase und theilweise Blutleere in einzelnen Capillaren und Blutextravasate zu bemerken.

Aber die anderen Veränderungen, welche oben erwähnt wurden, können nicht durch die mechanische Wirkung der Luft allein erklärt werden. Zu der weiteren Erklärung scheinen mir nun die von Tyndall in der Luft entdeckten und von Pasteur als Gährungs- und Fäulnisserreger nachgewiesenen Gebilde, die Micrococcen, herbeigezogen werden zu müssen, die ja auch in beträchtlicher Anzahl im Bindegewebe beobachtet wurden. Ihre Wirkung lege ich mir in den angestellten Versuchen folgendermassen zurecht: Entweder treffen dieselben direct auf die Wandungen der Gefässe oder auf die Zellenräume und Saftkanäle des Bindegewebes; von den letzteren können die Micrococcen entweder, wenn sie dem Strome des Ernährungssaftes folgen, in das nächste Lymphgefäss abgeführt werden, oder, wenn sie gegen den Strom des Ernährungssaftes sich bewegen, wieder zu einem Lymphgefässe gelangen. Im ersteren Falle werden die Micrococcen auf einem Umwege in die Blutgefässe gelangen, im letzteren wird eine Anzahl von Micrococcen sich in der Gefässwand ansiedeln und bei der rapiden Entwickelung, welche Micrococcen in dem Protoplasma der quergestreiften Fasern lebendiger Muskeln erfahren, wird wohl eine gleiche Entwickelung in den contractilen Faserzellen der Gefässwand stattfinden. Dieser Entwickelung folgt eine Zerstörung der Zellen, eine Lähmung der Musculatur und die Dilatation der Gefässe. — Diese meine letztere Erklärung für die Dilatation der Gefässe ist hergenommen aus § 34 der «Allgemeinen Chirurgie von Prof. Dr. Carl Hueter.» Ich muss bei dieser Gelegenheit mein Glaubensbekenntniss in der Weise ablegen, dass ich mich den Ansichten meines hochverehrten Lehrers über Entzündung und Fieber anschliesse, indem ich ausser der Verfolgung seiner Vorträge und der von ihm angestellten Versuche in einer früheren Preisarbeit von mir: «Ueber die an und in dem menschlichen Körper beobachteten pflanzlichen Parasiten, deren präsumptiven Antheil an contagiösen und miasmatischen Krankheiten und deren eventuelle Wirkung» mich gar sehr in der Literatur umsehen musste und so viele Daten fand, welche nur für die Richtigkeit dieser Hueter'schen Ansichten sprechen. Ich werde fernerhin auch noch öfter in meiner Arbeit gezwungen sein, zur Deutung der

eingetretenen Veränderungen die Hueter'schen Erklärungen herbeizuziehen. — Die Dilatation der Gefässe hängt allerdings auch theilweise von der Compression der Gefässe durch Luft mit ab, aber die Vermehrung der weissen Blutkörperchen, das Haften derselben an der Gefässwand, das Austreten derselben ist nur als Folge der in die Gefässe eingewanderten Micrococcen anzusehen, denn bei der venösen Stase fehlen diese Veränderungen. Ausserdem scheint noch den Micrococcen der Eintritt in die Gefässe durch die Oeffnungen in der Gefässwand, wodurch die rothen Blutkörperchen austreten, erleichtert zu sein. Die localen Veränderungen im Bindegewebe in Folge von Einführung von Luft in dasselbe sind also wohl als ein Gemisch von entzündlicher und Compressionsstase zu betrachten.

Um die allgemeinen Wirkungen der Einführung von Luft in das Bindegewebe nun zu studiren, stellte ich eine weitere Versuchsreihe mit Fröschen an, wobei ich jedoch nicht wie früher den Kreislauf der Schwimmhaut und Zunge, welche ich oben emphysematisirt hatte, beobachtete, sondern, um an verschiedenen der Einführungsstelle der Luft ferngelegenen Punkten die durch die Luft bewirkten Veränderungen zu studiren, wählte ich das Mesenterium zunächst als Untersuchungsobject, später fand ich die Befunde an den Lungen bestätigt. Die Herstellung des Präparates geschah nach der bekannten Cohnheim'schen Methode. Ich kann jedoch an dieser Stelle nicht unterlassen, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Hueter, der mir beim Aufspannen des Mesenteriums und der Lunge und überhaupt bei der Bearbeitung des Thema's manche darauf bezügliche Winke gab und so von seiner ihm allzu knappen Zeit noch manche Viertelstunde auf mich verwandte, meinen besten Dank auszusprechen.

Nachdem ich den Frosch also ätherisirt hatte, führte ich nicht wie früher die Luft ins Bindegewebe, nachdem ich den Frosch schon unter das Mikroskop gebracht hatte, sondern, bevor ich ihn darunter brachte. So gelang es mir denn auch viel leichter, ein ordentliches Emphysem über den ganzen Körper hin hervorzurufen. Der narcotisirte Frosch wurde auf den Rücken gelegt, dann die Kanüle einer Praraz'schen Spritze durch die nämliche Oeffnung, durch welche ich den Aether

injicirt hatte, in das Bindegewebe des Oberschenkels eingeführt, die Ohrspritze durch Aufziehen des Stempels mit Luft gefüllt, dann letztere in das Ansatzende der Kanüle eingelegt, die Ohrspritze festgehalten, damit nicht beim Niederdrücken des Stempels auch die Spritze nebst Kanüle sich bewege, und so die Spitze letzterer entweder zu tief in die Muskeln eindringe oder die Cutis an der entgegengesetzten Stelle perforire und so das Eindringen von Luft verhindere. So sah ich denn hübsch beim Niederdrücken des Stempels die Bauch- und Rückenhaut sich von den darunter liegenden Muskeln abheben; ja man kann das Einführen von Luft so weit fortsetzen, bis die Zunge des Frosches aufgeblasen vor dem Munde steht.

3. Versuchsreihe. Nachdem nun auf die eben angegebene Weise ein Frosch emphysematisirt war, konnte man makroskopisch bemerken, wie das Thier über den ganzen Körper circumscripte geröthete Stellen zeigte, bei der Palpation liess sich eine bedeutende Spannung wahrnehmen; das Thier wurde dann mit dem Rücken auf eine Glasplatte gelegt und mit Pincette und Scheere der Hautschnitt an der rechten Seite des Bauches in hinlänglicher Ausdehnung gemacht; ein auf diesen Längsschnitt in der Mitte gesetzter senkrechter Schnitt legte dann so das ganze Terrain frei. Die bei dem Hautschnitte entstehenden Blutungen wurden durch Auftupfen mit ein wenig nasser Watte oder erforderlichen Falls durch eine Ligatur des verletzten Gefässes mit einem dünnen Seidenfaden gestillt, bevor ich die übrigen Bauchbedeckungen spaltete. Diese weitere Eröffnung wurde durch Schnitte ebenfalls mit der Scheere bewirkt, welche analog den Hautschnitten geführt wurden. Hierbei tritt, da man die verschiedenen deutlich sichtbaren, grösseren Gefässe sehr gut vermeiden kann, selten eine Blutung auf, eventuell stillte ich dieselbe auf die angegebene Weise. Dann fasste ich mit einer feinen anatomischen Pincette den Darm und zog letzteren nebst Mesenterium aus der Bauchwunde heraus. Nachdem ich eine passende Partie des Mesenteriums, welche am unteren Theile des Darmkanals sich befindet, entdeckt hatte, befestigte ich diesen Abschnitt durch feine Stecknadeln in dem hufeisenförmig auf der Glastafel aufgeklebten Wachswulste. Bei der Ausspannung des Mesenteriums hat

man sich sehr vor Zerreissungen dieses Gewebes zu hüten, wie besonders vor Einklemmung oder Torsion der Wurzel der herausgezogenen Parthie. Ferner muss man darauf sehen, die am Rande des Darmes leicht auftretenden Knickungen zu verhüten, da hierdurch ebenfalls Knickungen der Gefässe entstehen und die daselbst verlaufenden Gefässe, welche wohl die besten Beobachtungspunkte abgeben, nur schwer ins Gesichtsfeld gebracht werden können. Um letzteres sich noch zu erleichtern, ist es anzurathen, den äusseren convexen Rand des Darmes an dem inneren concaven Rande des Wachswulstes möglichst nahe anzuheften. Bei der Beobachtung ergab sich makroskopisch das Mesenterium schon stark geröthet, mikroskopisch in den Kapillaren theilweise Blutleere aber meistens Stase, in den grossen Gefässen die Kreislaufsbewegung in erheblichem Grade herabgesetzt. Dieser Befund zeigte sich jedes Mal bei der Beobachtung unmittelbar nach der Injection der Luft. Indem ich bei mir erwog, dass wohl eine gewisse Zeit verfliessen müsse, ehe die Folgen der Einführung von Luft ordentlich zu Tage träten, nahm ich in meinen folgenden Versuchen die Eröffnung des Bauch- resp. Brustraums nicht unmittelbar nach der Injection der Luft, sondern erst einen, zwei oder drei Tage später vor und habe, um die verschiedenen Vorgänge, welche ich im Folgenden kurz anführen werde, zu beobachten, fünfzehn Frösche geopfert. Wollte ich alle diese einzelnen Versuche aufführen, müsste ich mich stets wiederholen, weshalb ich an einem Experimente den ganzen Verlauf in seinen einzelnen Erscheinungen zu schildern versuche. Während in einzelnen Gefässen die Circulation in normalem Gange ist, ein Zeichen, dass nicht die Herzkraft gelitten hat, sieht man in den meisten Gefässen den Kreislauf bedeutend verlangsamt. Die Gefässe sind dilatirt, viele weisse Blutkörperchen liegen an den Wandungen, verschiedene erblickt man sogar in denselben und während man an einzelnen Stellen die Gefässe von Streifen ausgewanderter weisser Blutkörperchen eingefasst sieht, kann man einzelne Blutkörperchen beobachten, die schon die Wanderung im Gewebe des Mesenteriums angetreten haben. Eine Masse weisser Blutkörperchen haftet an der Innenwand der Gefässe, bedeutend mehrere, als ich die-

selben bei der Beobachtung der localen Wirkungen in der 1. Versuchsreihe beobachtete; besonders kleine Venen zeigen dieses Bild in bedeutendem Massstabe, und im Vergleich zu dieser grossen Menge adhärenter Körperchen ist die Auswanderung als eine nur mässige zu bezeichnen. Ausserdem sieht man, und zwar ist dieses der erste Eindruck, den man schon bei der groben Durchsicht empfängt, eine grosse Zahl von Capillaren ausser Circulation, und diese Capillaren erscheinen entweder mit rothen Blutkörperchen angefüllt, oder als blasse Kanäle, die man kaum zu erkennen im Stande wäre, wenn nicht zuweilen durch einzelne Kanäle einige rothe oder weisse Blutkörperchen durchpassirten und sich dann oft die ganze Circulation in den betreffenden Gefässen wiederherstellte. Diese Ausschliessung einzelner Capillaren vom Kreislaufe wird gewöhnlich durch ein oder mehrere weisse Blutkörperchen bewirkt, welche vor oder an der Abgangsstelle des betreffenden Gefässes anhaften. An diese adhärenten weissen Blutkörperchen stossen nämlich die vorbeirollenden rothen Blutkörperchen, welche in das abgehende Gefäss einbiegen wollen, an und werden gezwungen, ihren Lauf in der Richtung des Hauptgefässes fortzusetzen. Zuweilen sieht man, wie der Blutstrom die ädhärenten weissen Blutkörperchen losreisst und mit sich fortführt, in Folge dessen dann der Zugang zu dem betreffenden Gefässe wieder freigegeben ist und bald die Circulation sich wieder im schönsten Gange zeigt. Zur Störung des Kreislaufs trägt auch eine Massenanhaftung weisser Blutkörperchen an einer Stelle irgend eines Gefässes nicht unbedeutend bei; die übrigen Blutkörperchen können sich nur mit Mühe durch einen solchen Engpass zwängen, wass die Schnelligkeit der Circulation in sehr erheblichem Grade herabsetzt. In der hier kurz geschilderten Weise zeigen sich die Störungen im Kreislaufe an mit Luft aufgeblasenen Fröschen, je nach der Menge der in der Luft enthaltenen entzündungserregenden Irritamente und je nach der Zeit, die man von der Einführung der Luft bis zur Beobachtung verfliessen lässt, in verschieden hohen Graden. Wenn man vorsichtig das Mesenterium zurücklagert und die Bauchwunde vernäht, kann man die Thiere, wenn nicht die Luft zu sehr entzündungserregend oder die Aetherisirung zu

stark war, längere Zeit am Leben erhalten und nach Belieben die Beobachtung fortsetzen, doch werden die Bilder wegen der zunehmenden Auswanderung der Blutkörperchen und in Folge dessen stärkerer Trübung des Mesenteriums bald unklar; die Erscheinungen bleiben jedoch dieselben, nur dass entweder die Cirkulationsstörungen stets zunehmen und die Thiere zu Grunde gehen, oder dass bei ganz leichter Infection die verschiedenen Hindernisse allmählig verschwinden und das Thier mit dem Leben davonkommt.

4. Versuchsreihe. Nachdem ich am Mesenterium diese Vorgänge nun beobachtet hatte, konnte ich mich von der Richtigkeit meiner Angaben auch in den Lungen eines narkotisirten und emphysematisirten Frosches überzeugen. Der Frosch wird rücklings auf die Glastafel gelegt, der eine Arm an der Seite des Wachsringes mit Stecknadeln befestigt und der Hautschnitt wie die Spaltung der übrigen Bedeckungen unter denselben Vorsichtsmaassregeln wie am Bauche, etwas von der Axillarlinie in der Ausdehnung von ungefähr 2 Ctm. angelegt. Gewöhnlich drängt sich die Lunge als eine Blase von dunkelbrauner Farbe sofort in die Oeffnung hinein, zuweilen ist man aber auch genöthigt, mit einer stumpfen Pincette dieselbe aus der Tiefe zu entwickeln. Oft gelingt es, die Blase auf dem Wachshufeisen mit Stecknadeln zu befestigen, ohne dass die in derselben enthaltene Luft entweicht; dieses ist gerade nicht nothwendig, Blutungen muss man aber auf jeden Fall zu vermeiden suchen, und bei einiger Uebung und bei vorsichtigem Aufsuchen der Punkte zum Durchführen der Nadeln ist man im Stande, fast stets ein gutes Präparat zu liefern. Zunächst suchte ich mir auch hier wieder ein klares Bild von der normalen Circulation an gesunden Fröschen zu gewinnen. Beim gesunden Frosche strömt in allen Alveolen das Blut mit ausserordentlicher Schnelligkeit durch die Gefässe, während man beim emphysematisirten Thiere nur einige Alveolen mit normaler Circulation findet, wiederum ein Beweis, dass die normale Herzthätigkeit nicht heruntergesetzt ist. In mehreren Alveolen steht die Circulation fast ganz still, während andere Partheien eine verlangsamte Circulation zeigen, und gerade diese letztere Störung fällt hauptsächlich in die Augen.

Beim gesunden Frosche nämlich eilt das Blut so schnell durch die Adern, dass man nicht die einzelnen Blutkörperchen zu erkennen vermag, ist der Frosch aber emphysematisirt, so erkennt man fast überall, wo die Circulation noch im Gange ist, die einzelnen Blutkörperchen, und hier fällt auch besonders eine Erscheinung auf, nämlich die Festpressung rother Blutkörperchen auf den convexen Rand einer Parenchyminsel im Blutstrome. Das Blutkörperchen wird auseinandergezogen, nach jeder Seite hängt eine Kugel, so dass die Blutkörperchen Doppelsäcken oder Hanteln ähnlich sehen. Nach kürzerer oder längerer Zeit wird von vorbeiströmenden Blutkörperchen gewöhnlich so ein Körperchen aus seiner sonderbaren Lage befreit, oft nimmt dann aber ein anderes Blutkörperchen sofort den eben verlassenen Ort ein. Das festhaftende Blutkörperchen behindert entschieden die Circulation, freilich nicht ein einzelnes, wohl aber die grosse Anzahl, denn man erblickt oft in einem Gesichtsfelde 10—15 solcher festgepressten rothen Blutkörperchen; und noch klarer wird Einem diese Störung, wenn man sieht, wie oft 2 oder 3 solcher Körperchen auf demselben Rande aufsitzen und die vielen Kugeln das Lumen der Gefässe beträchtlich verkleinern. Die Verlangsamung der Circulation wie das gänzliche Aufhören derselben in einzelnen Partheien wird in den Lungen durch dieselben Vorgänge bewirkt, wie in dem Mesenterium. Deutlich, wenn auch nicht so leicht wie im Mesenterium, erkennt man in den Lungen des emphysematisirten Frosches weisse Blutkörperchen, welche in den Aesten der Lungenarterie, in den Capillaren und in den Venen adhäriren, als die Ursache der beschriebenen Störungen. Wer die Infections- resp. Fieberversuche, die von Prof. Dr. Hueter und seinem zeitweiligen Assistenten Dr. Greveler zuerst am Frosche angestellt wurden und die von denselben geschilderten Veränderungen am Mesenterium und an den Lungen desselben verfolgt hat, wird, wenn er meine eben geschehene Schilderung vergleicht, wohl auf eine auffallende Aehnlichkeit der Vorgänge stossen, und ist dieses wohl durch nichts anderes zu erklären möglich, als dass ich die Einführung von Luft in den Froschorganismus für nichts anderes halte als für eine Infection, und dieses wird nun im Folgenden zu erörtern meine Aufgabe sein.

Die in der Luft enthaltenen Irritamente, die Mikrococcen, werden nach der Einführung derselben in das Bindegewebe von den Lymphgefässen allmälig resorbirt, und erzeugen so die oben geschilderten Veränderungen. Dass letztere unmittelbar nach der Injection der Luft noch nicht am Mesenterium zu erkennen waren, findet wohl darin seine Begründung, dass erst eine gewisse Zeit verfliessen muss, ehe die Resorption eingetreten ist. Dass dem nun wirklich so ist, kann man auch durch das Tastgefühl constatiren. Gleich nach der Lufteinführung fühlt sich der Frosch straff gespannt auf der Oberfläche der Haut an, und eben in diesem Stadium ist am Mesenterium auch nichts anderes als Behinderung des Kreislaufes in den grossen und theilweise Stase in den kleineren Gefässen in Folge der Compression des Froschleibes zu bemerken. Aber schon nach einigen Stunden kann man eine geringere Spannung der Hautdecke durch das Gefühl wahrnehmen, die Zunge, falls dieselbe durch Einführung der Luft ausserhalb der Mundhöhle getrieben worden und dort in prall gespanntem Zustande stand, ist, wenngleich ein wenig verdickt, schon wieder in ihre normale Lage zurückgetreten, die Spannung ist nach 2—3 Tagen auf ein Minimum reducirt, jedoch lässt sich selbst noch nach 3 Wochen ein emphysematisirter Frosch unterscheiden von einem gewöhnlichen Frosche durch die vorhandene Härte beim oberflächlichen Befühlen des Thieres, und erkläre ich mir letzteres aus dem unter die Haut gesetzten serösen Exsudate, das bei jeder Eröffnung der Bauch- oder Brusthöhle aus der Schnittwunde ausfloss, als vielleicht auch noch aus den in den Hautgefässen zurückgebliebenen Stasen. Bei dieser nun allmälig erfolgenden Resorption treten nun immer mehr und mehr Irritamente in die Lymph- und dann in die Blutbahnen oder auch direkt in die Blutbahnen, wie ich die Möglichkeit dafür bei der localen Wirkung oben schilderte. Da nun die grossen rothen Blutkörperchen des Frosches das Eindringen der Mikrococcen in ihre Substanz durch die Festigkeit ihres Stroma's erschweren, wenngleich sie das Eindringen nicht geradezu unmöglich machen, so sieht man die Micrococcen in unserm Bilde, soweit sie nicht als einzelne Körner im Blute kreisen, von den weissen Blutkör-

perchen aufgenommen; die Mikrococcen versehen die Oberfläche derselben gleichsam mit kleinen Stacheln, welche die Anheftung oder vielmehr das Anhaken der weissen Blutkörperchen in hohem Grade erleichtern, zugleich vermehren die im Innern der Blutkörperchen befindlichen Mikrococcen die aus der Contractilität der Blutkörperchen resultirende Beweglichkeit noch durch ihre eigenen vitalen Eigenschaften, welcher Umstand bei dem Acte der Emigration von Bedeutung ist. Daher also die Unzahl anhaftender weisser Blutkörperchen, daher die Absperrung vieler Capillaren vom Kreislaufe. Noch ist zu bemerken, dass die Ausschaltung von Blutkörperchen in das intervasculäre Gewebe in viel geringerem Maasse zu beobachten ist als oben bei der Beobachtung der localen Einwirkung, und scheint mir dieses Verhalten in Folgendem seine Erklärung zu finden: Während früher das Eindringen der Mikrococcen direkt durch die Gefässwandungen und indirekt durch die Lymphbahnen für möglich angenommen wurde, ist bei der Beobachtung des Kreislaufs im Mesenterium und in den Lungen nach der Emphysematisirung wohl nur die letztere Möglichkeit in Rechnung zu ziehen. Denn man kann doch nicht annehmen, dass die Luft, die unter die Haut geführt wurde, den Bauch- oder Brustraum eröffnen sollte, und so die Gelegenheit geboten würde für die direkte Einwanderung der Mikrococcen in die Gefässe der Lunge und des Mesenteriums, sondern letztere Möglichkeit darf man blos für die Gefässe der Haut hingestellt sein lassen, während die in den Gefässen des Mesenteriums und der Lungen beobachteten Einwirkungen der Mikrococcen auf die Circulation nur durch die Aufnahme derselben durch die Lymphbahnen der Haut als möglich anzunehmen ist. So beruht denn der Unterschied zwischen dem oben bei der localen und jetzt bei der allgemeinen Wirkung der Einführung der Luft beobachteten Verhalten der Circulation im Wesentlichen wohl darin, dass in dem einen Falle die Entzündungserreger von aussen auf die Gefässe einwirken, während in dem andern Falle die Mikrococcen von dem Innern der Gefässe ihre Thätigkeit beginnen; so haben wir denn bei Beobachtung der localen Wirkung der Einführung von Luft den Cohnheimschen Entzündungsversuch in der Haut repräsentirt vor uns,

während wir im zuletzt geschilderten Falle den Hueter'schen Infections- resp. Fieberversuch vor uns haben. Nur habe ich noch hinzuzufügen, dass die Noxe bei dem Infectionsversuche von Hueter wohl in wirksamerer Weise zur Schau tritt, da sie meiner Ansicht nach noch mehr Entzündungserreger enthält, als das kleine Quantum von Luft, welches in den Unterhautbindegewebsraum des Frosches ohne Platzen desselben einzuführen möglich ist, daher denn auch manche meiner Frösche die Emphysematisirung überstanden, ohne dass sie zu Grunde gingen, sondern allmälig sich wieder erholten. Nachdem ich nun die Wirkungen der Einführung gewöhnlicher Luft geschildert, glaubte ich mit von Entzündungserregern freier Luft versuchen zu müssen. Ich hatte nämlich in Hueter's allgemeiner Chirurgie gelesen, dass Zahn bei Wiederholung des Cohnheim'schen Versuches die Luft, bevor sie das ausgespannte Mesenterium berührte, durch Carbolsäure oder Watte hindurchstreichen liess und so die Entzündung resp. das Haften und die Auswanderung der weissen Blutkörperchen in die Gewebe nur spurenweise auftreten sah, ein Beweis dafür, dass die Mikrococcen nur im Stande seien, den Cohnheim'schen Entzündungsversuch hervorzurufen. Ich versuchte, die Desinfection der Luft dadurch herbeizuführen, dass ich ähnlich wie bei der Lister'schen Verbandmethode mit dem Spray agiren liess und dann in diesem Salicylnebel den Spritzenstempel aufzog, wodurch ich also desinficirte Luft aufsaugte. Dann injicirte ich dieselbe vier Fröschen, zwei von denselben waren am folgenden Tage todt, einer wurde nach 3 Tagen ätherisirt, das Mesenterium desselben unter das Mikroskop ausgespannt, wobei entzündungsähnliche Erscheinungen zu constatiren waren, der vierte der so behandelten Frösche wurde erst nach 8 Tagen mikroskopisch beobachtet und zeigte normale Verhältnisse. Ob die beiden ersten Frösche in Folge des Salicyls zu Grunde gegangen, liess sich nicht eruiren, da beim Befunde das Gefäss, worin sich dieselben befanden, zugedeckt war und den Thieren so der Luftzutritt abgeschlossen war, wenn der Verschluss schon lange Zeit bestanden, die Thiere zu Grunde gehen mussten. Dass bei dem dritten Frosche entzündungsähnliche Vorgänge am Mesenterium constatirt wurden, ist wohl daraus

zu erklären, dass Salicylsäure unter der Haut durch die Reaktion mit Liquor ferri sesquichlorati nachzuweisen war, und Salicylsäure in die Lymph- und Blutbahnen gebracht wohl kein indifferentes Mittel ist, wenngleich mir Näheres darüber nicht bekannt ist, oder die Luft war nicht genügend durch Salicyl desinficirt worden. Der Befund am vierten Frosche beweist gar nichts, da die in Folge der Einführung der so behandelten Luft eingetretenen Veränderungen schon zur Lösung gekommen sein konnten, als das Thier mikroskopisch beobachtet wurde. Mit Rücksicht auf die Anstellung derartiger Versuche muss ich bemerken, dass zur Gewissheit der Einführung von Mikrococcen freier Luft sehr viele Cautelen nothwendig sind, mit welchen mich zu bewaffnen mir unmöglich war. Daher schien es mir am besten, die Versuche nach dieser Richtung hin nicht weiter fortzuführen. Nachdem ich nun an Kaltblütern die Wirkungen der Einführung der Luft in das Bindegewebe verfolgt hatte, lag die Frage nahe, wie Warmblüter sich dagegen verhalten würden und stellte daher meine demnächst folgende Versuchsreihe an Kaninchen an.

5. Versuchsreihe. Die Mechanik der Einführung der Luft ins Bindegewebe des Kaninchen war mir durch die Angaben in der oben erwähnten Dissertation von Herrn Dr. Barth vorgezeichnet. Ich gebrauchte nämlich zur Emphysematisirung der Kaninchen den Aspirator von Dieulafoy. Letzterer ist nämlich nichts Anderes als eine Spritze mit 2 Oeffnungen, die mit 2 Hähnen versehen ist; die eine Oeffnung befindet sich an der Ansatzstelle für die Kanüle, die andere seitlich von der letzteren. Man führt nun die Spritze nach Verschluss beider Oeffnungen in das Bindegewebe ein, indem man mit aufgesetzter lanzenförmig zugespitzter Kanüle ziemlich parallel der Hautoberfläche einsticht, damit man nicht die Muskeln oder noch weiter die Körperhöhlen eröffne. Dann öffnet man den seitlich angebrachten Hahn und saugt so durch langsames Aufziehen des Spritzenstempels Luft in den Kolben, schliesst dann denselben, öffnet den andern Hahn, drückt dann den Kolben nieder und so tritt die Luft durch die Ansatzöffnung in das Bindegewebe, dann schliesst man letztere Oeffnung wieder, öffnet die seitliche durch Umdrehung des Hahnes und

fährt so fort, bis man ein ordentliches Emphysem hervorgerufen hat. Diese Dieulafoy'sche Spritze bietet also den Vortheil, dass man zur Ansaugung der Luft nicht die Spritze jedesmal von der Ansatzkanüle abnehmen muss, während welcher Manipulation schon die grösste Quantität Luft ausgetreten sein würde. Bei Fröschen hingegen genügt schon eine Ohrspritze voll Luft, um die ganze Oberfläche der Haut emporzuwölben. Da man nun aber beide Hände zum Umdrehen der Hähne, Aufsaugen und Einspritzen der Luft gebraucht, so ist es nöthig, in Ermangelung von Assistenz, das Kaninchen ausser Stand zu setzen, fortzulaufen. Dies gelingt nun mit dem Kaninchenzwänger, wie er zu physiologischen Versuchen angewendet wird, sehr hübsch. Man legt dem Thiere nämlich um jedes Bein einen Strick und legt dann das Thier auf den Zwänger, welcher nichts Anderes darstellt als ein Brett von ungefähr der doppelten Länge und Breite eines Kaninchens, an beiden Seiten dieses Brettes befindet sich an jedem Ende ein Nagel, um welchen der am Beine angelegte Strick festgeschlungen wird. Auf diese Weise ist das Kaninchen ausser Stand gesetzt, störende Bewegungen zu machen. Man kann nun während der Injection durch das Gefühl des Wärmerwerdens der Haut die Ausbreitung des Emphysems verfolgen, ferner durch das Emphysemknistern und die nicht zu verkennende Röthung der Haut. Am Ohre kann man bei durchfallendem Lichte schon einige feine Blutextravasate makroskopisch erkennen. Das Thier zeigte sich nach der Injection etwas niedergeschlagen, erholte sich aber die folgenden Tage wieder und blieb am Leben. Bei Gelegenheit wurde es im pharmakologischen Institute mit Blausäure vergiftet, und so konnte ich bei der Obduction nichts Anderes als eine Unzahl von Luftblasen im Unterhautbindegewebe nachweisen. Dann injicirte ich anderen zwei Kaninchen wieder Luft, entnahm denselben aber vor der Injection eine Blutprobe aus dem Ohre, um das normale Verhalten derselben zu constatiren. Nach der Injection entnahm ich denselben täglich Blutproben, welche ich dann mikroskopisch beobachtete. Jedoch hat dieses Entnehmen von Blutproben auch wieder seine Cautelen nöthig. Man fixire sich nämlich durch Halten des Kaninchenohres gegen das Licht ein Haut-

gefäss, dann steche man dasselbe mit einer Nadel an, drücke nun das parat gehaltene Deckgläschen leise auf den ausfliessenden Tropfen, lasse letzteres dann sachte auf das Objectglas fallen. Verfährt man nicht mit dieser Vorsicht, so zerquetscht man die Blutkörperchen und erhält so falsche Beobachtungen und falsche Daten. Bei dieser täglich fortgesetzten Blutuntersuchung ergab sich nun, dass schon am ersten Tage nach der Injection der Luft geringe Veränderungen, nämlich vereinzelte sternförmige Blutkörperchen zu erkennen waren, deren Anzahl sich aber bis zum vierten Tage vermehrte und dann wieder allmählig abzunehmen schien, so dass am zehnten Tage keine abnormen Veränderungen im Blute mehr zu constatiren waren. Auch achtete ich auf die Nahrungsaufnahme und fand, dass das eine dieser beiden Thiere in den ersten 3 Tagen gar Nichts frass und auch nicht urinirte. Nun urinirte zufällig das Thier in meiner Gegenwart, ich benutzte diesen Moment, nahm einen Tropfen dieses frisch gelassenen Urins auf's Objectglas, fand denselben alkalisch wie bei allen Herbivoren mit den gewohnten Sargdeckelcrystallen von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia, ausserdem aber noch eine bedeutende Menge von Mikrococcen. Die beiden Kaninchen blieben am Leben. Ich fuhr nun mit der Emphysematisirung von zwei weiteren Kaninchen fort, und jetzt gelang es mir erst, ein ordentliches Emphysem hervorzurufen. Das eine dieser Kaninchen blieb beim Abwickeln der Stricke vom Nagel und dann beim Lösen derselben von den Leinen so ruhig liegen, dass es von mir in Gedanken als sehr geduldig gelobt wurde. Ich hob es nun vom Zwänger ab, versuchte, es auf den Boden zu stellen, aber es fiel um; erst jetzt merkte ich, dass es todt war. Bei der Obduction ergab sich eine grosse Menge von Luftblasen in den Venen, welche den schnellen Exitus herbeigeführt hatten. Es war nämlich eine kleine Hautvene angestochen worden, und auf diesem Wege war die Luft in die Circulation gelangt. Das andere Kaninchen ergab, nachdem ich vor der Injection eine Blutprobe dem Ohre entnommen, an jedem Tage sich steigernde Veränderungen des Blutes, indem die Anzahl der zackigen und körnigen Blutkörperchen sich täglich mehrte, die Ohren waren am dritten Tage ganz kalt, im Uebrigen

sah es noch ziemlich munter aus, dann aber wurde es in den folgenden Tagen weniger resistent gegen Berührung und Neckereien, bis es am sechsten Tage nach der Injection todt gefunden wurde. Die Obduction ergab ausser zahllosen noch vorhandenen Luftblasen im Unterhautbindegewebe Veränderungen am unteren und mittleren rechten Lungenlappen. Es zeigte sich nämlich auf der Oberfläche eine dunkelstahlblaue Verfärbung, beim Durchschnitte dieser Stellen starkes Oedem, und liessen sich nur wenige kleine Luftblasen auspressen, während auf dem oberen Lappen das Oedem sehr gering und auf dem Durchschnitte die Luft in grösseren Blasen herausdrückbar war; auch hatte die Oberfläche des oberen Lappens wie die andere Lunge ein normales hellrothes Colorit. Bei Entnahme einer Blutprobe zeigten sich die Blutkörperchen fast alle sternförmig, einzelne auch körnig. In der Leber fanden sich gelbe Stellen, Abscessen ähnlich, ich wurde aber eines Besseren belehrt, als ich von dem Inhalte dieser Stellen mir ein mikroskopisches Präparat anfertigte. Der Inhalt ergab sich als eine Menge ovaler bohnengrosser Blasen, die mit stecknadelkopfgrossen Körnern angefüllt waren, wahrscheinlich Cysticerken.

Ich emphysematisirte nun wieder zwei Kaninchen, nachdem ich zuerst deren Blut normal befunden. Blutproben wurden wieder täglich entnommen, welche bei dem einen Kaninchen sich fortwährend steigernde Veränderungen ergaben, bis es am fünften Tage todt gefunden wurde. Bei der Obduction ergaben sich die nämlichen Veränderungen an dem linken mittlern und rechten untern Lungenlappen, die bei dem letzterwähnten Exitus des Kaninchen an dem mittleren und unteren Lappen der rechten Lunge constatirt worden waren. Auch zeigte eine Blutprobe ähnliche Veränderungen. Das andere Kaninchen zeigte zwar auch Veränderungen im Blute, welche jedoch zur Lösung gelangten; das Thier bekam am achten Tage nach der Emphysematisirung einen Partus von 6 Jungen und lebt noch heute mit einem am Leben gebliebenen Jungen.

So weit gehen meine Versuche, die ich mit Einführung der Luft in's Bindegewebe von Warmblütern angestellt habe. Also von den sieben Kaninchen starben zwei sechs Tage nach der Ein-

führung der Luft, eins während der Injection in Folge eingedrungener Luft in die Venen, vier kamen mit dem Leben davon, sind nur ein wenig abgemagert. Nun tritt wieder die Frage an mich heran, wie soll man sich diese Daten erklären. Ich bin der Ansicht, dass dieselben nur als Folge einer Infection anzusehen sind, welche bald wirksamer war durch die Menge des Giftes, bald aber auch durch die verminderte Resistenz des Thieres. Dieser Infectionsstoff ist aber wohl wieder in nichts Anderem zu suchen als in den der Luft beigemengten Irritamenten. Dieselben werden, nachdem sie bei der Einführung der Luft unter die Haut gebracht, von den Lymphbahnen aufgenommen, gelangen so in die Blutbahnen, bewirken hier diese Veränderungen der Blutkörperchen und die in den Lungen aufgefundenen pathologischen Verhältnisse, woran die Thiere wohl zu Grunde gegangen sind, indem die respirationsfähige Fläche der Lunge nicht mehr ausreichte, um genügend viel Sauerstoff dem Blute zuzuführen, andererseits kann aber auch das mit jeder Infection einhergehende Fieber, dem ich in unserem Falle nach dem Vorgange von Hueter den Namen eines monadämischen Fiebers beilegen möchte, das seinige dazu beigetragen haben, um das Ende des Thieres zu beschleunigen. Die Veränderungen in den Lungen lassen sich aber sehr leicht auf das Treiben und Wirken der Mikrococcen zurückführen. Aehnlich, wie wir bei unseren Froschversuchen sahen, tritt nämlich in Folge des vieltägigen Fiebers eine Dilatation der Gefässe und so allmählig eine Stase ein, dann ein Abgeschnittensein vieler Capillaren vom Blutkreislaufe durch die den Eingang derselben zu den grösseren Gefässen verstopfenden weissen Blutkörperchen, ferner eine Auswanderung weisser und theilweise rother Blutkörperchen aus den Gefässen, die ringförmig um die Alveolen gelagert sind und somit durch das Auswandern und Eindringen der Blutkörperchen in den Alveolus eine vollständige Ausfüllung desselben mit Exsudatmasse und das Unvermögen, Luft aufzunehmen, bewirken. Daher dann diese Röthe auf dem Durchschnitte der afficirten Lungenstellen, daher dieses Oedem, daher dieser geringe Luftgehalt, daher diese oberflächliche dunkelstahlblaue Verfärbung, eine Folge der Stase. Alles Zeichen einer Pneumonie, die ich als Infectionspneumonie bezeichnen

möchte. Man hat bisweilen Gelegenheit bei der Obduction von an Erysipel Verstorbenen die nämlichen Veränderungen in den Lungen zu constatiren. Die am Leben gebliebenen Kaninchen hatten entweder nicht so viele Irritamente mit der Luft in das Bindegewebe eingeführt erhalten oder waren stark genug, die bei ihnen gesetzten Veränderungen zur Lösung kommen zu sehen.

Im Anschlusse hieran will ich noch die von Herrn Dr. Barth in seinen Versuchen eingetretenen Veränderungen anführen. Derselbe führte einem Kaninchen Mittags die Luft unter die Haut des Rückens, und am folgenden Morgen um 6 Uhr fand er das Thier verendet. Bei der Obduction fanden sich das subcutane Bindegewebe und die Muskeln emphysematisch; das Emphysem erstreckte sich bis in's subperitoneale Bindegewebe, welches an einer etwa anderthalb Quadratcentimeter grossen Stelle eine schmutzig grünliche Verfärbung zeigte, die sich bis ins Peritoneum parietale hinein erstreckte, die Luftblasen waren klein und standen reihenweise geordnet den Fasern des Bindegewebes folgend. In der Bauchhöhle befand sich keine Luft, aber Fibrinfäden verbanden einige Darmschlingen. Es muss hier also der Effekt der Lufteinführung so gedacht werden, das zunächst eine Entzündung in dem subperitonealen Bindegewebe entstand, die dann per continuitatem eine Peritonitis hervorrief, welche das Kaninchen tödtete. Einem zweiten Kaninchen von gleicher Grösse wurde darauf von Dr. Barth zu verschiedenen Malen unter die Rückenhaut Luft injicirt, doch jedes Mal ohne Erfolg. Man muss annehmen, dass in der Luft, die dem ersten Kaninchen eingespritzt wurde, sich eine Menge von Entzündungserregern befand, während in der, die das zweite Kaninchen unter die Haut bekam, keine oder nur so wenige vorhanden waren, dass sie keine merkbare Entzündung hervorriefen. Es beweisen diese Versuche eben, dass die Luft an und für sich nicht entzündungserregend wirkt, sondern dass die Luft eine accidentelle Beimischung, wahrscheinlich von staubartigen Organismenkeimen enthalten muss, wenn eine Entzündung sich entwickeln soll. Ich muss noch hinzufügen, dass die Mikrococcen im Sommer, in welchen Dr. Barth seine Versuche anstellte, wohl stürmischer auf

die Gewebe einwirken, als im Winter, wo ihre Entwicklung durch die Temperaturerniedrigung gehindert wird. Daher denn Dr. Barth die Wirkungen derselben viel schneller auftreten sah als ich. Ausserdem fand mein Vorgänger bei der Obduction eines Frosches, dem er Luft unter die Bauchhaut gespritzt hatte und der gestorben war, an dem einen m. rectus abdominis eine schmutzig bräunliche Verfärbung, wahrscheinlich von einer Myositis herrührend; mehreren anderen Fröschen spritzte er Luft in die Bauchhöhle und band die Stichöffnung zu, damit die Luft nicht entweichen konnte.

Bei der Section der ihm auf diese Weise zu Grunde gegangenen Thiere fand er constant einen Erguss in der Bauchhöhle und eine schmutzige Verfärbung des Peritoneums, Zeichen, die eine Peritonitis vermuthen liessen, einmal waren sogar Fibringerinnungen auf der Serosa nachweisbar.

Nachdem ich nun schon so viel über artificielles Emphysem am Frosche und Kaninchen geschrieben, halte ich es für angemessen, ein wenig zu den Eventualitäten, unter welchen Hautemphysem beim Menschen vorkommt, abzuschweifen.

Die Ursache des Hautemphysem's lässt sich fasst in jedem Falle auf eine äussere oder innere Verletzung lufthaltiger Organe zurückführen. Rupturen des Oesophagus am Halse durch perforirende Geschwüre, durch Nekrose, durch verschluckte Knochensplitter führen zu Emphysem des Halsbindegewebes, das sich bei längerer Lebensdauer dann über das Bindegewebe der Brust und weiter verbreitet. Bei Perforationen des Magens, des Darms und Anlöthung der Perforationsstellen an die Bauchwandungen tritt, bei genügend grosser Oeffnung, das Gas aus diesen Kanälen in das Bindegewebe der Bauchwandung. Perforationen des Larynx und der Trachea, in Folge von ulcerativen Processen, führen zu Emphysem des Halsbindegewebes, Verletzungen der Pleura costalis und der Lungenoberfläche durch Stich, Schuss, Rippenbruch, in einzelnen Fällen auch Perforation eines Lungenabscesses zu Emphysem des Brustbindegewebes. Letzteres kommt dadurch zu Stande, dass bei jeder Inspiration die Luft aus den zerrissenen Alveolen oder kleineren Bronchien mitunter direct in die durchrissene Pleura costalis und von da in das mit ihr zusammenhängende

subcostale Bindegewebe tritt, dann nämlich, wenn die verletzte Lunge mit der Pleura costalis an dieser Stelle durch Entzündungsproducte verklebt ist; wo aber eine solche Verklebung nicht vorhanden, tritt zuerst Pneumothorax ein, und dann geht Luft aus dem Pleurasack durch die verletzte Pleura costalis in das Brustbindegewebe über. Auch Zerreissungen von Lungenalveolen ohne Einwirkung irgend eines äusseren Traumas, sondern lediglich durch übermässige Ausdehnung derselben bedingt, können dadurch zu Hautemphysem führen, dass das Gas aus den Alveolen in die interlobulären Septa eintritt (interlobuläres Lungenemphysem Laennec's) und von hier aus durch das Mediastinum in das mit ihm zusammenhängende Halsbindegewebe dringt. Es erscheint dann zuerst in der Fossa jugularis, dann weiter in dem Bindegewebe der Seitenflächen des Halses und schliesslich auch der Brusthaut. Zartheit der Lungen, gewaltsame Ausdehnung der Alveolen bei sehr bedeutender Dyspnoe, heftige Hustenanfälle prädisponiren zu einer solchen Zerreissung von Lungenalveolen, daher denn die meisten der bisher beobachteten Fälle eines auf diese Weise zu Stande gekommenen Emphysems des Brustbindegewebes sich auf Croup und Diphtheritis des Larynx, Tussis convulsiva und Bronchitis der Kinder, sowie auf hochgradige Alveolarektasie älterer Individuen beziehen. Auf ähnlicher Basis beruht das Zustandekommen eines Emphysems bei Gebärenden und unter diesen meist bei Erstgebärenden. Bei sehr starker Anwendung der Bauchpresse kann es nämlich zum Zerplatzen von Lungenbläschen und consecutivem Emphysem am Halse, Gesichte und Thorax kommen. Dasselbe ist an der Schwellung und charakteristischen Crepitation ohne Weiteres zu erkennen und verschwindet, wenn es nicht eine ganz ungewöhnliche Ausdehnung erreicht hat, innerhalb 5 bis 7 Tagen spontan, ohne Nachtheile zu hinterlassen. Das Untersagen des Mitpressens und eine sehr schnelle Entbindung werden die weitere Ausdehnung mit Erfolg verhindern.

Ueberhaupt haben die Emphyseme selten eine therapeutische Wichtigkeit, weil die Gase meistens spontan resorbirt werden, und hat dieses wohl darin seinen Grund, dass die in der Luft beigemischten entzündungserregenden Organismen

wohl durch das Flimmerepithel, welches mit seinen Wimpern immer nach Aussen hin schlägt, vor dem Eindringen in die Respirationswege verhindert werden und so als indifferentes Gas die Luft unter die Haut tritt.

So viel über die localen und allgemeinen Wirkungen der Einführung gewöhnlicher Luft in das Bindegewebe. Da nun aber in dem gestellten Thema die Feststellung der Wirkungen verschiedener Luftarten gefordert wird, und somit meiner Ansicht nach das Thema, wie ich auch schon während meiner Versuche der Lufteinwirkung merkte, eigentlich unerschöpflich ist, so musste ich mich bei der Kürze der mir noch vor Einreichung der Arbeit übrig gebliebenen Zeit darauf beschränken, mit Kohlenoxyd, Sauerstoff und Wasserstoff zu experimentiren.

Für diese Art von Versuchen zeigte sich jedoch der Gebrauch der Spritze als unzureichend, und musste ich mir daher zuerst eine neue Methodik zur Einführung der reinen Gasarten construiren. Zu dem Zwecke nahm ich einen Glaskolben, der einen Liter Flüssigkeit fasste, füllte denselben, um alle Luft aus demselben zu verdrängen, bis oben an mit Wasser, verschloss ihn mit einem Gummipfropfen, der zwei Mal durchlöchert war, in das eine Loch setzte ich eine gerade Glasröhre ein, die bis nahe an den Boden des Kolbens reichte, in das andere Loch eine zweite winklig geknickte Glasröhre, die bis zum unterem Rande des Pfropfens, also bis zum Niveau des Wassers reichte, verband nun die winklig gebogene Glasröhre mit dem Entwickelungs-Apparate der Gasart durch einen Gummischlauch, und indem nun das Gas entwickelt wurde und durch den Schlauch und die geknickte Glasröhre in den Kolben eindrang, verdrängte es das Wasser, welches nun in die gerade lange Glasröhre getrieben und so aus dem Kolben entfernt wurde; auf diese Weise gelang es mir nun, das reine Gas in einem Apparate aufzufangen, welcher dem Zwecke der Einführung in das Bindegewebe ebenfalls entsprach, indem ich nämlich folgendermassen verfuhr: Ich band den Gummischlauch sammt dem Gasentwickelungs-Apparate von der winklig gebogenen Glasröhre los, setzte an dessen Stelle einen 3 Fuss langen Gummischlauch an, an dessen Ende im Lumen eine Kanüle eingebunden war; an die gerade Glasröhre setzte ich

ebenfalls einen einige Zoll langen Gummischlauch und in dessen Lumen einen Trichter, schlang Bindfäden um alle diese Ansätze von Gummischläuchen, damit kein Gas aus- noch Luft hinzutreten könne. Dann stach ich die Kanüle durch die Haut des Versuchsthieres in das Bindegewebe ein, goss in den Trichter Wasser, welches unter dem Drucke der Atmosphäre in den Kolben gepresst, das Gas zum Austreten aus dem Kolben in den langen Gummischlauch und so durch die Kanüle unter die Haut brachte, und auf diesem Wege war es möglich, durch fortgesetztes Aufgiessen von Wasser in den sich leerenden Trichter, alles Gas aus dem Glaskolben unter die Haut treten zu lassen. Man kann auf diesem Wege zugleich die Quantität Gas bestimmen, die man unter die Haut einführt.

Dieses Verfahren zur Einführung von Gasen in das Bindegewebe ist ebenfalls geeignet zur Einführung gewöhnlicher Luft in das Bindegewebe. Ja, man kann damit die Luftarten aus verschiedenen Räumen auffangen, indem man den mit Wasser gefüllten Glaskolben in das betreffende Zimmer bringt, welchem man eine Quantität Luft entnehmen will, das Wasser dort ausgiesst und wenige Sekunden nach dem Ausgiessen den Gummipropf mit den verschlossenen Glasröhren aufsetzt. So kann man wieder in das Zimmer zurückkehren, in welchem man experimentirt und hat sich so die Mühe erspart, die Versuchsthiere in den Raum bringen zu müssen und dort durch fortgesetztes Aufsaugen der Luft in den Kolben einer Spritze und Niederdrücken desselben dem Thiere die Luftart beizubringen.

6. Versuchsreihe. Kohlenoxydgas stellte ich mir dar auf die im «Lehrbuch der experimentellen Toxikologie von Dr. Hermann, Prof. in Zürich» Seite 101 geschilderte Weise, bald durch vorsichtiges Erhitzen von gepulvertem Blutlaugensalz mit dem acht- bis zehnfachen Gewichte concentrirter Schwefelsäure, bald durch Erhitzen von Oxalsäure mit einem Ueberschusse von concentrirter Schwefelsäure in einer Retorte; da bei letzterer Methode sich ein Gemisch von Kohlenoxyd und Kohlensäure entwickelt, so leitete ich, um die Kohlensäure zu absorbiren, das sich entwickelnde Gasgemisch vor dem Eintreten in den zur Aufnahme des Kohlenoxyds hergerichteten Glaskolben zuerst durch eine Waschflasche, die mit zur Hälfte

verdünnter Kalilauge gefüllt war. Nachdem ich nun das Kohlenoxydgas in dem von mir oben geschilderten zur Einführung von reinen Gasarten hergestellten Apparat aufgefangen hatte, stach ich die Kanüle durch die Haut eines Frosches bis ins Bindegewebe ein, goss Wasser in den Trichter oder, um mir noch die Sache zu erleichtern, stellte ich den Trichter unter die Ausflussröhre einer Wasserleitung in ein Waschbecken und liess durch Aufdrehen des Hahnes das Wasser in dünnem Strahle ausfliessen. So gelang es mir sehr hübsch, dem Frosche das Gas unter die Haut zu bringen; die fortschreitende Verbreitung des Gases unter die Haut war an dem deutlichen Hervortreten der Hautgefässe zu bemerken, aber ich wurde verwundert darüber, dass das Thier so viel Gas zu seiner Emphysematisirung nöthig habe und hörte, da es mir nicht gelang, den Frosch so dick aufzublasen, wie es mir mit Luft gelungen war, da ferner das Thier seinem Ende entgegenzugehen schien, auf, demselben noch mehr Gas einzuführen, verschloss daher die Gummischläuche mittelst eines Quetschhahnes und brachte mir das Thier, nachdem ich die Brusthöhle eröffnet und die Lunge herausgezogen und ausgespannt hatte, unter das Mikroskop. Ich hatte es nicht für zweckentsprechend gehalten, den Frosch zu ätherisiren, in der Befürchtung, die Narcose möchte ihn ad exitum bringen. Mikroskopisch war in den meisten Bezirken der Lunge vollständige Stase zu bemerken, es zeigte sich fast gar keine Bewegung von Blut mehr um die Alveolen herum, nur in den grösseren Gefässen rollte das Blut noch vor- und rückwärts, das va-et-vient der Franzosen; dass das Thier noch lebte, war daraus zu entnehmen, dass es bisweilen Versuche machte, sich von der Glasplatte loszureissen; obgleich die Stase bestand, respirirte das Thier noch fortwährend, und bei der Exspiration bemerkte man, wie die Bewegung der Blutkörperchen in den grösseren Gefässen etwas lebhafter wurde, während bei der Inspiration dieselbe sich wieder verlangsamte. Eine Blutprobe zeigte die in Folge der chemischen Wirkung von Kohlenoxyd herbeigeführte kirschrothe Verfärbung. Die weitere mikroskopische Beobachtung wurde abgebrochen, und nach 4 Stunden fand ich den Frosch todt. Nachdem ich so das Thier in einem hohen Vergiftungs-

grade beobachtet hatte, glaubte ich die Veränderungen in Folge der Kohlenoxydeinführung besser beobachten zu können, wenn ich den Thieren nicht so viel Gas beibrächte und dieselben erst einige Tage nach der Einführung unter dem Mikroskope beobachtete. Ich führte also sechs anderen Fröschen Kohlenoxyd unter die Haut und nach zwei Tagen nahm ich einen derselben, injicirte ihm eine halbe Spritze Aether zum Zwecke der Narcose in den Oberschenkel, aber bald ergab sich, dass das Thier eine solche Quantität nicht zu vertragen vermochte, denn als ich es unter das Mikroskop gebracht, fand ich es todt, indem die Circulation überall zum Stillstand gekommen war. Dies mahnte mich, mit dem Narcotisiren etwas vorsichtiger zu Werke zu gehen, denn die Thiere vertrugen kaum halb so viel Aether, als die mit Luft emphysematisirten. Ich glaube dies dadurch erklären zu können, dass die Thiere schon durch das Kohlenoxyd an und für sich in einen gewissen Grad von Narcose versetzt worden sind und daher zur vollständigen Narcose nicht mehr viel von narcotischen Mitteln gebrauchen. Nachdem ich also mit $^1/_4$ Spritze voll Aether die Frösche unbeweglich gemacht und das Mesenterium auf den Wachswulst ausgespannt hatte, fand ich eigentlich ein sehr sonderbares Bild. Schon makroskopisch traten die Gefässe des Mesenteriums sehr hübsch hervor durch ihre gesättigte rothe Färbung. Mikroskopisch fanden sich in manchen Bezirken des Mesenteriums Inseln von angehäuften rothen Blutkörperchen, dann wieder vom Kreislaufe auf einmal abgeschnittene Capillaren in Folge von Verstopfung des Abgangs durch eine Anahl heller, weissen Blutkörperchen gleichenden Kügelchen; dann war der Kreislauf an manchen Stellen sehr träge, an anderen wieder sehr lebhaft. Am Rande der Gefässwände und ausserhalb derselben war eine Anzahl der oben erwähnten hellen Kügelchen zu bemerken, welche sich bei genauerer Besichtigung mit Hartnak's Objectiv No. 7 nicht als weisse, sondern als veränderte rothe Blutkörperchen ergaben. Sie hatten nämlich kein körniges Protoplasma, wie die weissen Blutkörperchen, sondern bestanden aus einer sehr homogenen Masse. Nirgends aber konnte ich in dem intervasculären Gewebe eine solche Anhäufung von diesen veränderten Blut-

körperchen sehen, wie ich sie bei meinen früheren Versuchen von weissen Blutkörperchen hatte beobachten können. Es schien mir, als ob die Zahl dieser veränderten rothen Blutkörperchen bedeutend geringer sei als bei den Versuchen mit Einführung von Luft die Zahl der weissen Blutkörperchen und als ob ferner sehr viel Zeit dazu nöthig sei, bis die veränderten Blutkörperchen ausserhalb der Gefässe gepresst seien. An den Lungen fanden sich ähnlich wie am Mesenterium manche Regionen, wo die Circulation einer normalen glich, d. h. so pfeilschnell war, dass kaum die einzelnen Blutkörperchen zu differenziren waren, an anderen aber war dieselbe wieder sehr verlangsamt, stand sogar an einigen ganz still. Auch konnte man in manchen Gefässen die stopfende Wirkung der schon vorhin erwähnten veränderten rothen Blutkörperchen erkennen. Es wurde nun auch den Fröschen, welchen subcutan Kohlenoxyd beigebracht worden war, eine Blutprobe entnommen und ergab dieselbe ausser den bekannten chemischen auch morphologische Veränderungen. Die Blutkörperchen zeigten sich nämlich bald radienförmig zerklüftet, bald war ihre Ovalform mehr in die rhomboide übergegangen, an manchen Blutkörperchen sah man sich Haemoglobinkugeln abtrennen, dann fanden sich wieder andere helle weisse Körperchen, wahrscheinlich die Kerne der rothen Blutkörperchen, dann wieder veränderte rothe Blutkörperchen, an manchen Stellen waren auch wieder Haufen von vielen kleinen runden Punkten zu sehen.

Einen dieser mit Kohlenoxyd behandelten Frösche beobachtete ich erst 10 Tage nach der Einführung des Gases, und es zeigten sich bei demselben die Stasen schon meistens gelöst, der Kreislauf fast normal, auch zeigte die mikroskopische Untersuchung der Blutkörperchen die morphologischen Veränderungen in bedeutend vermindertem Massstabe, als früher. Ja manche Frösche kamen bei der Einführung einer nicht zu bedeutenden Quantität Kohlenoxyd mit dem Leben davon. Es fragt sich nun wieder, wie sind diese Veränderungen des Kreislaufs in Folge von Kohlenoxydeinführung in das Bindegewebe zu erklären?

Auch hier wird das Gas durch die Lymphgefässe in die Blutbahnen geführt und hier begierig von den Blutkörperchen

absorbirt, indem es vom Haemoglobin derselben chemisch gebunden wird, wie der Sauerstoff und zwar fester als letzterer, so dass es diesen verdrängt. — Die Anwesenheit des Kohlenoxyds im Blute kann man am sichersten nach Hoppe-Seyler (cf. Centralblatt f. d. med. Wissenschaft 1865, 52) mittelst des Spektralapparates erkennen. Das Kohlenoxyd-Haemoglobin zeigt nämlich bei gehöriger Verdünnung zwei Absorptionsstreifen in gelbgrün, die denen des Sauerstoff-Haemoglobin sehr ähnlich sind, aber näher als diese zusammenliegen (der dem Roth nähere ist mehr an dem anderen herangerückt). Enthält das Blut neben dem Kohlenoxyd noch Sauerstoff, so muss man die Streifen des Sauerstoff-Haemoglobin's durch Reductionsmittel: Schwefelammonium, Zinnchlorür (nach Nawrocki, cf. Centralblatt f. d. med. Wissenschaft 1867, 178) oder Stokes'sche Flüssigkeit (welche man durch Ausfällung einer Eisenvitriollösung mit Weinsäure und Zusatz von soviel Ammoniak erhält, bis sich der Niederschlag zu einer dunkelgrünen Flüssigkeit gelöst hat; die Flüssigkeit muss vor Luftzutritt gut geschützt und aufbewahrt werden) beseitigen, um die des Kohlenoxyds festzustellen; letztere werden natürlich durch Reductionsmittel nicht verändert. Starken Kohlenoxydgehalt kann man auch durch die schon oben angegebenen Eigenschaften erkennen, besonders aber durch die Haltbarkeit der rothen Farbe gegenüber zersetzenden Agentien, besonders beim Versetzen mit Natronlauge (cf. Hoppe-Seyler, Archiv f. pathol. Anat. XIII. 104). — Nun verlieren aber auch die rothen Blutkörperchen, wie ja oben durch die Blutproben gezeigt wurde, ihre regelmässigen Formen in Folge der Kohlenoxydeinführung, bleiben mit ihren zerbrochenen Formen in den Capillaren hängen, und, indem ein Blutkörperchen sich an das andere hängt, entstehen wiederum im mikroskopischen Bilde dieselben rothen Säulen, wie man sie im Cohnheim'schen Versuche die Blutgefässe ausfüllen sah. Von den Capillaren kann sich ferner noch die Stase in die Venen und Arterien fortsetzen. Ist die Vergiftung nun nicht sehr bedeutend, so kann die Lösung der Stase schnell erfolgen, und letzteres geschieht unter dem Einflusse des Herzdruckes. Die Säulen der rothen Blutkörperchen in den Capillaren werden von dem Blutstrom am Rande des

in Stase befindlichen Gebiets fortwährend abgebröckelt, und die unter der Wirkung des Kohlenoxyds in ihrer Form veränderten rothen Blutkörperchen gelangen theils einzeln, theils in kleinen Schollen wieder in die allgemeine Cirkulation. Daher findet man auch einige Tage nach der Kohlenoxydeinführung diese entweder noch innerhalb der Gefässwandung anhaftenden oder schon ausserhalb derselben befindlichen kleinen runden Gebilde, die man auf den ersten Blick geneigt ist, für weisse Blutkörperchen anzusehen. Eben dieselben Gebilde, nämlich die durch Kohlenoxyd veränderten rothen Blutkörperchen, bewirken auch ähnlich, wie die durch Infection haftungsfähig gewordenen weissen Blutkörperchen die Ausschaltung zahlreicher Capillaren. Die Beobachtung der abwechselnd lebhaften und trägen Circulation findet wohl darin seine Erklärung, dass bei geringeren Vergiftungsgraden die Anzahl der veränderten Blutkörperchen ebenfalls gering ist und somit die Stase auch nicht so auffallend auftritt, als in meinem oben geschilderten ersten Intoxikationsversuche. Ich möchte also die Veränderungen im Kreislaufe nach Kohlenoxydeinführung in das Bindegewebe als eine Art globulöse Stase auffassen, und ähneln dieselben auch in gewissem Grade in ihren Folgen den von Dr. Tillessen und Dr. Hoppe unter der Leitung Hueter's angestellten Versuchen, nur mit dem Unterschiede, dass die chemische Einwirkung des Kohlenoxyds auf die Blutkörperchen schon an und für sich eine verderblichere ist, als die von Glycerin, Aetzammoniak, hohen Kältegraden auf dieselben. Nachdem ich nun am Frosche die Wirkungen der subcutanen Kohlenoxydeinführung studirt, hielt ich es für nothwendig, ähnlich wie in früheren Versuchsreihen, auch an Warmblütern zu experimentiren. Ich bediente mich zu dem Zwecke des nämlichen Apparates wie oben, stach also die Kanüle unter die Haut eines Kaninchens und drängte das im Glaskolben enthaltene Kohlenoxydgas durch fortwährendes Zugiessen von Wasser in den Trichter aus dem Glaskolben in das Bindegewebe, wurde aber überrascht davon, dass kein ordentliches Emphysem entstand, während doch früher, wenn der einen Liter messende Glaskolben mit Luft gefüllt war und letztere unter Wasserdruck in das Bindegewebe geleitet worden war, ein ordentliches Emphysem hervorgerufen werden

konnte. Ich glaubte daher anfangs beim Einführen des Gases ungeschickt verfahren zu sein, indem vielleicht die Kanüle an einer der Einstichstelle gegenüberliegenden hervorgetreten sei und in Folge davon nicht die ganze Quantität Kohlenoxyd in das Bindegewebe gelangt sei. Bei genauerer Besichtigung der Haut des Kaninchens ergab sich aber dieser Verdacht als unbegründet.

Bei der Einführung hatte ich es auch für unnöthig gehalten, das Versuchsthier, wie früher, durch Aufbinden an dem Weglaufen zu verhindern; denn nachdem ich dem Kaninchen die Kanüle unter die Haut geführt hatte, fasste ich, da ich ja nicht mehr beide Hände zum Aufziehen und Niederdrücken des Spritzenstempels und Umdrehen des Hahnes nöthig hatte, das Thier mit der einen Hand bei den Ohren, mit der andern Hand goss ich Wasser auf den Trichter, und so ging das Eindringen des Kohlenoxyds in das Bindegewebe sehr hübsch vor sich.

Es ging also aus obigem Versuche hervor, dass das Kohlenoxyd sehr schnell resorbirt wurde, auch blieb das Thier am Leben, wenngleich es ganz bedeutend abmagerte. Für den nächsten Versuch sah ich mich mit mehr Chemikalien zur Entwickelung von Kohlenoxyd vor, und nachdem ich dem Kaninchen einen Liter voll unter die Haut gebracht, entwickelte ich mir gleich einen zweiten Liter voll. Während der Entwickelung beobachtete ich zugleich das Versuchsthier und konnte an demselben bedeutende Veränderungen im Verhalten nicht constatiren; dann führte ich den zweiten Liter voll ein, und noch war kein ordentliches Emphysem vorhanden, man sah gleichsam, wie die Haut kurz nach der Einführung wieder zusammenfiel, indem das Gas resorbirt wurde. Ich konnte aber doch jetzt schon bemerken, wie das Thier zusammenkauerte, d. h. die Vorder- und Hinterbeine einander näherte und einen Buckel machte, ähnlich wie eine zornige Katze, dann den Kopf zwischen die Vorderbeine unter den Hals bog, dann aber in eine Art Excitation gerieth, d. h. Versuche machte, Bewegungen zu vollziehen, aber die Schwäche hinderte es daran, fortwährend fiel es auf eine Seite, auf welche es, nachdem es wiederholt vergebens Versuche gemacht hatte,

aufzustehen, jedoch immer wieder zurückfiel. Ich entwickelte mir nun noch einen dritten Liter voll Kohlenoxyd, indem ich doch wenigstens constatiren wollte, dass das Gas auch subcutan beigebracht, tödtet, und führte dasselbe wieder unter die Haut. Während der Einführung dieses dritten Liters voll Gas legte das Thier den Kopf auf den Tisch und zeigte sich ziemlich reactionsunfähig, nur wenn man es ein wenig stark zwickte, machte es schwache abwehrende Bewegungen. Nach zwei Stunden war es todt; bei der Obduction waren an den Organen keine besonderen Veränderungen zu constatiren, ausser dass die Blutgefässe, in Folge der hochrothen Färbung des Blutes, überall sehr hübsch hervortraten. Eine Blutprobe ergab ähnliche morphologische Veränderungen, wie das Froschblut ergeben hatte, nur mit der Differenz, dass die Anzahl der Blutkörperchen, die 2, 3 bis 4 grosse Keulen aus ihrem Plasma hervortreten liessen, vorwog, während die durch Infection veränderten Blutkörperchen 5, 6 und mehr kleine Zacken an ihrem Rande zeigten. — Aus diesen meinen Versuchen mit subcutaner Kohlenoxydeinführung scheint mir hervorzugehen, dass grössere Quantitäten nöthig seien zur Intoxication, als wenn das Gas eingeathmet wird. Es wird nämlich das Respirations-System nicht so direct betroffen, und so bleibt wohl noch Zeit übrig, durch fortwährendes Inspiriren von Sauerstoff die Kohlen-Oxydeinwirkung einigermassen zu compensiren. Nach neueren Untersuchungen (cf. Eulenberg, Lehre von den giftigen Gasen 52; Kuehne, Archiv für pathol. Anat. XXXIV. 24; Donders, Archiv für Physiologie V. 24; Zuntz, ebendaselbst V. 584; Podolinski, ebendaselbst VI. 553) nämlich kann das Kohlenoxyd, wenn es inspirirt wird, durch Luft wieder aus dem Blute verdrängt werden; subcutan beigebracht, scheint mir dieser Prozess leichter vor sich zu gehen. Wie dieses geschehe, darüber ist man noch nicht recht einig. Bernard gibt zwar an, dass mit Kohlenoxyd vergiftete Thiere während der Restitution durch Luftathmung Kohlenoxyd exspiriren; Pokrowsky (cf. Archiv f. pathol. Anat. XXXIV. 525) hat jedoch diese Angaben nicht bestätigen können. Dagegen fand letzterer während der Restitution eine bedeutende Steigerung der Kohlensäureausscheidung; höchst wahrscheinlich wird also das Kohlen-

Oxyd durch in das Blut aufgenommenen Sauerstoff zu Kohlensäure verbrannt. Für diesen Restitutionsact ist also ein Haupt-Erforderniss, dass das Blut noch erhebliche Mengen von respirationsfähigem Haemoglobin enthalte; ist volle Sättigung mit Kohlenoxyd eingetreten, so ist er unmöglich. In diesem Falle bleibt kein anderes Mittel als künstliche Injection normalen arteriellen Blutes (defibrinirt), zweckmässig verbunden mit einer vorherigen Entleerung eines Theiles des vergifteten Blutes, wodurch nicht nur Raum für die Injection geschafft, sondern auch die Oxydationsarbeit vermindert wird. Dieser Blutersatz durch Transfusion, welcher zuerst von Kuehne vorgeschlagen und an Thieren erprobt worden ist (cf. Centralblatt f. d. med. Wissenschaft 1864, 134), ist bisher in wenigen Fällen und in einigen mit Erfolg (cf. z. B. Uterhart, Deutsche Klinik 1867, Nr. 14 und mehrere andere von Hueter, der auch in der Geschichte der Transfusion eine reformatorische Stellung einnimmt, cf. die arterielle Transfusion, Archiv für klinische Chirurgie Bd. II. 1870), auch an Menschen versucht worden. Immerhin ist energische künstliche Respiration das erstindicirte Mittel und auch bei beabsichtigter Transfusion bis zu dieser durchzuführen. — Von localen Wirkungen der Einführung von Kohlenoxyd in das Bindegewebe habe ich nichts als Röthung in der Umgebung der Einstichsstelle der Kanüle beobachten können.

Nach diesen Versuchen mit einer giftigen Gasart ging ich nun zu solchen mit mehr indifferenten Gasen über.

7. Versuchsreihe. Ich entwickelte mir zuerst Wasserstoff, indem ich granulirtes Zink in eine Retorte brachte, die durch einen Gummischlauch mit der winklig geknickten Glasröhre in meinem oben erwähnten Apparate verbunden wurde, goss nun in die Retorte ein kaltes Gemisch von 1 Gewichtstheile Schwefelsäure und 8 Gewichtstheilen Wasser ein und verschloss die Retorte mit einem Glaspfropfen; der Wasserstoff entwickelte sich nun unter Aufbrausen, drang durch die winklig geknickte Glasröhre in den mit Wasser gefüllten Glaskolben, das Wasser musste nun unter dem Drucke des sich entwickelnden Gases in die bis an den Boden geleitete zweite gerade Glasröhre eintreten und floss so in continuirlichem

Strahle aus, bis der ganze Glaskolben mit Wasserstoff gefüllt war. Dann band ich die Retorte nebst dem Gummischlauch von der winklig geknickten Glasröhre ab, setzte an dessen Stelle den Gummischlauch, in dessen Lumen die Kanüle eingebunden war, legte um das obere Ende der geraden Glasröhre einen kleinen Gummischlauch, in dessen Lumen ich einen Trichter einsetzte, führte die Kanüle nun unter die Haut eines Frosches und trieb den Wasserstoff durch Aufgiessen von Wasser auf den Trichter in das Bindegewebe. Bei der Einführung röthete sich zuerst die Gegend um die Einstichsstelle, dann die Gegend des Bauches und des anderen Oberschenkels, der Frosch schien sehr angegriffen zu werden durch die Einführung des Gases, zeigte sich ziemlich apathisch, aber unmittelbar nach der Herausnahme der Kanüle sprang er wie auferstanden munter fort, während er vorher wie todt in der Volarfläche meiner Hand lag, und sich gar nicht gegen die Einführung, wie die Thiere in früheren Versuchen, wehrte. Ein ähnliches Verhalten zeigten auch die 3 anderen Frösche, denen ich noch das Gas einführte. Auch verschwand das Emphysem sehr schnell; während die früher emphysematisirten Frösche sich noch nach 3 Wochen hart anfühlten, fühlten sich diese schon unmittelbar nach dem Sistiren der Einführung von Wasserstoff sehr weich an, wie nicht emphysematisirte. Ich versuchte dann ähnlich wie früher die Thiere mikroskopisch zu beobachten. Aber dieselben vertrugen sehr wenig Aether, was wohl daran gelegen sein mag, dass die Thiere Anfangs März, wo ich eben mit Sauerstoff experimentirte, beim Aufwachen aus dem Winterschlafe am schwächsten sind, wodurch denn auch das Experimentiren sehr erschwert wird. Zwei dieser Thiere starben schon nach Injection einer $^1/_3$ Spritze Aethers, während früher eine halbe Spritze gut vertragen wurde; dem dritten Frosche gab ich $^1/_5$ Spritze Aethers, diese Quantität genügte jedoch nicht, und hatte ich grosse Mühe, bei ihm die Circulation zu beobachten, weil er zu viele Bewegungen machte. Am Mesenterium gewann ich den Eindruck, als ob der Kreislauf etwas verlangsamt sei, an der Lunge war es mir unmöglich zu beobachten, weil das Thier sich mit dem grössten Theile derselben vom Wachsringe losriess. Eine

Blutprobe wurde bei der mikroskopischen Beobachtung normal befunden. So war ich also darauf beschränkt, meine weiteren Beobachtungen an Kaninchen anzustellen. Ich führte also einem solchen auf die oben angegebene Weise einen Liter voll unter die Haut, fand aber das Thier schon gleich nach der Einführung und auch in den darauf folgenden Tagen ganz munter, auch war das Emphysem schnell geschwunden und eine Blutprobe ergab sich als normal. Nachdem sich also ergeben, dass Wasserstoff nicht nachweisbare Veränderungen hervorrief, unterliess ich die weitere Einführung desselben in das Bindegewebe, zumal da es mir leider nicht mehr vergönnt war, mikroskopisch die Folgen derselben am Kreislaufe des Frosches zu beobachten. Denn auch nachdem ich einem zweiten Kaninchen 2 Liter eingeführt, verhielt sich dasselbe doch munter und nach 3 Tagen war das Emphysem zum grössten Theile verschwunden. An einer Blutprobe war keine Veränderung zu constatiren. Auf jeden Fall scheint mir das Gas nicht in irgendwie verderblicher Weise auf den Gesammtorganismus einzuwirken.

Es bleibt mir nun noch übrig, die Wirkungen der Einführung von Sauerstoff zu berühren. Ich entwickelte mir denselben nach der bekannten Methode durch Erhitzen von chlorsaurem Kali in einer Retorte und liess dasselbe durch einen an letztere angesetzten und mit der winklig geknickten Glasröhre verbundenen Gummischlauch in den oben beschriebenen mit Wasser gefüllten Glaskolben treten. Letzteres musste nun durch die gerade Glasröhre entweichen, und nachdem ich einen Liter Gas entwickelt hatte, band ich die Retorte nebst dem Gummischlauche ab, band an dessen Stelle den langen Gummischlauch, in dessen Lumen die Kanüle eingebunden war, um die winklig geknickte Glasröhre, band ferner einen zweiten kurzen Gummischlauch auf die gerade Glasröhre, in dessen Lumen ich den Trichter einsetzte, stach die Kanüle in das Bindegewebe, trieb das Gas in dasselbe durch Aufgiessen von Wasser auf den Trichter, aber ein ordentliches Emphysem hervorzubringen war mir nicht recht möglich, denn der Sauerstoff wurde noch viel schneller als vorhin der Wasserstoff resorbirt, jedoch nicht so schnell wie Kohlenoxyd; nach Einführung von

2 Liter Sauerstoff war ein Emphysemknistern wahrzunehmen, jedoch nach zwei Stunden war schon alles Gas resorbirt. Das Thier verhielt sich sehr munter, Veränderungen im Blute waren nicht nachzuweisen, nur schien mir die Farbe etwas mehr roth als gewöhnlich. Die Wirkungen des Sauerstoffs auf den Gesammtorganismus waren also auf diesem Wege nicht nachzuweisen, es ergab sich ähnlich wie beim vorigen Versuche in Bezug auf entzündliche Erscheinungen ein negatives Resultat. Auch von localen Wirkungen der Einführung an der Einstichsstelle war ausser der stets eintretenden Röthung in der Umgebung derselben nichts zu constatiren. Ob und wie die Veränderungen im Kreislaufe nach Einführung der beiden Gasarten seien, wird bei dem Mangel an Fröschen, der zur Zeit meiner Untersuchungen herrschte, wohl auch bei Warmblütern jetzt zu constatiren sein, nachdem die neue Methode der Beobachtung des Kreislaufs an der membrana nictitans des Kaninchens seit der Zeit erst ausgebildet worden ist. Dann wird es sich auch herausstellen, ob die Einwände, die man den Infectionsversuchen an Fröschen und den Deutungen des fieberhaften Processes machte, indem man erklärte, dass damit noch nicht an Warmblütern das Wesen des Fiebers dargethan sei, begründet waren.

So weit reichen also meine Versuche; ich hatte mir zwar während derselben ein weiteres Ziel gesetzt, nämlich die in der Luft enthaltenen Gasarten alle einzeln in das Bindegewebe einzuführen und so zuzusehen, welche von denselben entzündungserregend auf die Gewebe wirken. Dieses Ziel habe ich aber leider nicht erreichen können, denn es war mir fürs Erste die Zeit dazu zu beschränkt, fürs Zweite fehlten mir die Apparate zur Entwicklung der übrigen noch die Luft constituirenden Gasarten, und so musste ich mich darauf beschränken, mit den angeführten Gasarten zu experimentiren.

Die Ursachen der Entzündung und des Fiebers zu erforschen ist überhaupt eine der schwierigsten Aufgaben auf dem ganzen Gebiete der Medicin. Zur Ergründung derselben hat mein hochverehrter Lehrer Prof. Hueter einen neuen Weg eingeschlagen, unausgesetzte beharrliche Forschung wird zeigen, ob derselbe der richtige war. Ist man endlich so weit ge-

kommen, die Mikrococcen als die Ursachen dieser verderblichen Processe einheitlich anzuerkennen, dann wird man auch im Stande sein, diese heimlichen Feinde des Menschen zu bekämpfen, und die Wissenschaft würde damit der Menschheit einen Dienst geleistet haben, welcher sich ihren grössten Errungenschaften würdig an die Seite stellen kann.

Lebenslauf.

Conrad Hubert Stadtfeld, geboren am 16. August 1852 zu Tafel bei Prüm in der Rheinprovinz, Sohn des daselbst verstorbenen Gutsbesitzers Michel Stadtfeld und der Katharina geb. Reuthen, katholischer Confession, genoss seinen Unterricht auf dem Progymnasium in Prüm bis zur Untersecunda, von da ab auf dem Gymnasium zu Trier, von wo er am 8. August 1872 mit dem Zeugnisse der Reife entlassen wurde, und verweilte dann im Auslande bis zum November 1873, wo er die Universität Greifswald bezog, um Medicin zu studiren. Am 15. März 1875 bestand er das Tentamen physicum, bekam in seinem 4. und 6. Semester bei der Bearbeitung von Preisaufgaben jedes Mal den vollen Preis und bezog im Herbste 1876 die Universität Berlin, trat dort als Einjährig-Freiwilliger beim Garde-Füsilier-Regiment ein und gehörte diesem ein ganzes Jahr an. Am 20. December 1877 bestand er die Staatsprüfung in Greifswald und erhielt die Approbation als Arzt. Am 27. Juli 1878 bestand er das Examen rigorosum in Breslau.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kurse und Kliniken folgender Herren:

Greifswald: *Arndt, Budge, Eichstedt, Eulenburg, v. Feilitzsch, Grohé, Haekermann, Haenisch, Hueter, Krabler, Landois, Limpricht, Mosler, Muenter, Pernice, Schirmer, Sommer, Vogt.*

Berlin: *Limann, Westphal.*

Allen diesen seinen hochverehrten Herren Lehrern sagt der Verfasser seinen herzlichsten Dank, insbesondere dem Herrn Prof. Eulenburg für die Vergünstigung, 2 Semester Assistent bei demselben sein zu können.

Thesen.

1. Bei Diphtheritis ist Kali chloricum in Verbindung mit Excitantien am meisten zu empfehlen.

2. Die Behandlung des Klumpfusses schon am Ende des 4. Lebensmonates mit Gypsverbänden zu beginnen ist zulässig.